

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

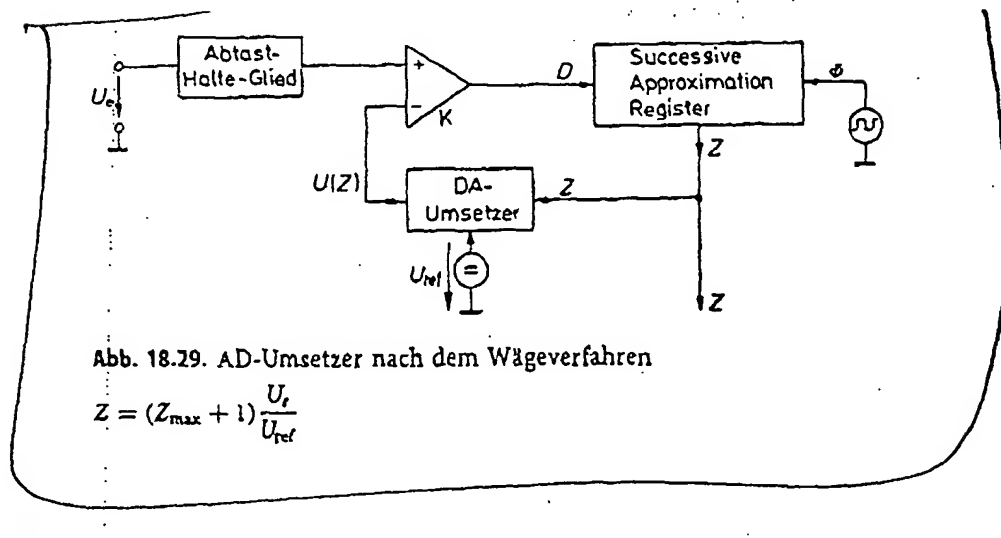
Authors/Inventors: TIETZE, U. and SCHENK, Ch.

Title: Halbleiter-Schaltungstechnik

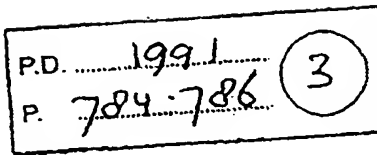
Copyright (or Publication) Date: 1991, pages 784-786

Publisher: Springer-Verlag (Berlin, Germany)

aus der Entgegenhaltung Bezug
genommen.



XP-002232224



784

23 DA- und AD-Umsetzer

Stelle gespeichert und gleichzeitig das nächste niedrigere Bit gewogen. Man erkennt in der Wahrheitstafel die Funktion des Schieberegisters. Nach 8 Schritten ist die Eins am Conversion Complete-Ausgang CC angekommen, und die Umsetzung ist beendet. Dann steht das Ergebnis Z parallel zur Verfügung. Man kann es aber auch am Komparator in serieller Form erhalten.

Successive Approximation Register sind als integrierte Schaltungen erhältlich:

8 bit: Am2502, F74LS502 (TTL), SP74HCT502 (CMOS)
 12 bit: Am2504, F74LS504 (TTL), SP74HCT504 (CMOS)

Es ist jedoch nur in Ausnahmefällen sinnvoll, einen AD-Umsetzer nach dem Wägeverfahren selbst aufzubauen, weil sie in großer Mannigfaltigkeit als integrierte Schaltungen angeboten werden. Einige Beispiele sind in Abb. 23.42 zusammengestellt.

23.8.4 Zählverfahren

Die AD-Umsetzung nach dem Zählverfahren erfordert den geringsten Schaltungsaufwand. Allerdings ist die Umsetzdauer wesentlich größer als bei den anderen Verfahren. Sie liegt in der Regel zwischen 1 ms und 1 s. Das genügt jedoch bei langsam veränderlichen Signalen, wie sie z.B. bei der Temperaturmessung auftreten. Auch in Digitalvoltmetern benötigt man keine größere Geschwindigkeit, weil man das Ergebnis doch nicht schneller ablesen kann. Es gibt verschiedene Realisierungsformen für das Zählverfahren, von denen wir die wichtigsten im folgenden behandeln wollen. Die größte Bedeutung besitzt das „Dual-Slope“-Verfahren, weil sich dabei mit geringem Aufwand die größte Genauigkeit erreichen läßt.

Kompensationsverfahren

Der Kompensations-AD-Umsetzer in Abb. 23.43 ist eng verwandt mit dem Wägeverfahren in Abb. 23.36. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß hier statt des SA-Registers ein Vorwärts-Rückwärtszähler eingesetzt wird.

Der Komparator vergleicht die Eingangsspannung U_x mit der Kompensationsspannung $U(Z)$. Ist die Differenz positiv, läßt er den Zähler vorwärts zählen, sonst rückwärts. Dadurch läuft die Kompensationsspannung so weit, bis sie die Eingangsspannung erreicht hat und folgt ihr dann bei Veränderungen. Aus diesem Grund bezeichnet man die Schaltung auch als nachlaufenden AD-Umsetzer (Tracking ADC).

U. Tielke-Bösch

SLB N 3540 1841-1
 Springer Verlag
 9. Auflage
 1991 785
 Berlin

23.8 Ausführung von AD-Umsetzern

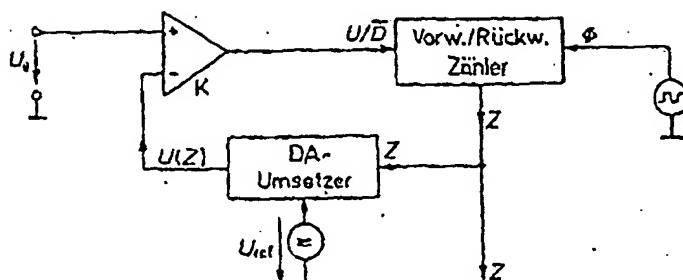


Abb. 23.43 AD-Umsetzer nach dem Nachlaufverfahren

$$Z = (Z_{\max} + 1) U_e / U_{\text{ref}}$$

Ein Schönheitsfehler der einfachen Schaltung in Abb. 23.43 besteht darin, daß der Zähler nie zur Ruhe kommt, sondern immer um 1 LSB um die Eingangsspannung hin und her pendelt, da der Takt nie abgeschaltet wird. Wenn dies stört, kann man den einfachen Komparator zu einem Fensterkomparator erweitern. Damit läßt sich dann der Takt blockieren, wenn die Kompensationsspannung $U(Z)$ die Eingangsspannung U_e bis auf $\pm \frac{1}{2} U_{\text{LSB}}$ erreicht hat.

Den Wegfall der Steuerlogik gegenüber dem Wägeverfahren erlaubt man sich durch eine beträchtliche Einbuße an Umsetzgeschwindigkeit, da sich die Kompensationsspannung nur in Schritten von U_{LSB} ändert. — Wenn sich die Eingangsspannung nur langsam ändert, kann sich jedoch auch hier eine kurze Einstellzeit ergeben, da infolge der Nachlaufeigenschaft die Approximation kontinuierlich erfolgt und nicht wie beim Wägeverfahren immer bei Null beginnt.

Monolithisch integrierte Schaltungen, die nach dem Nachlaufverfahren arbeiten, sind z.B. der ADC856 von Datel und der ZN433 von Ferranti. Sie besitzen eine Auflösung von 10 bit und eine Umsetzdauer von $1 \mu\text{s}/\text{LSB}$.

Ein-Rampen-Verfahren (Single Slope)

Der in Abb. 23.44 dargestellte Sägezahn-AD-Umsetzer kommt ohne DAU aus. Das Prinzip beruht darauf, zunächst die Eingangsspannung in eine dazu proportionale Zeit zu übersetzen. Dazu dient der Sägezahngenerator in Verbindung mit dem Fensterkomparator K_1 , K_2 und G_1 .

Die Sägezahnspannung läßt man von negativen auf positive Werte ansteigen gemäß

$$V_s = \frac{U_{\text{ref}}}{T} t - V_0$$

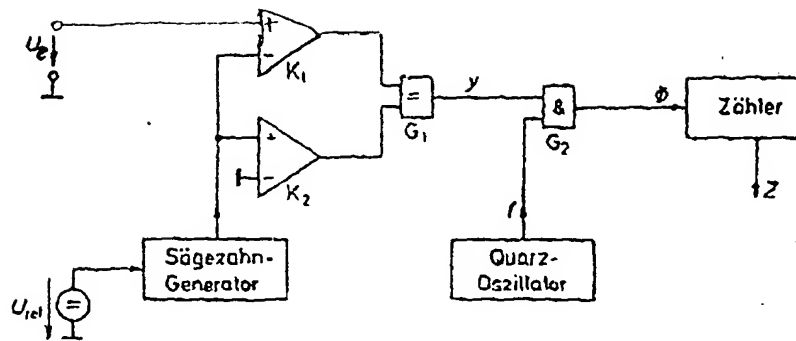


Abb. 23.44 AD-Umsetzer nach dem Single-Slope-Verfahren

$$Z \approx \tau \cdot f \cdot U_x / U_{ref}$$

Am Ausgang des Äquivalenz-Gatters G_1 ergibt sich nur so lange eine Eins, wie sich die Sägezahnspannung zwischen den beiden Schranken 0 und U_c befindet. Die entsprechende Zeit beträgt $\Delta t = \tau U_c / U_{ref}$. Sie wird durch Abzählen der Schwingungen des Quarzoszillators gemessen. Setzt man den Zähler zu Beginn der Messung auf Null, ergibt sich nach dem Überschreiten der oberen Komparatorschwelle der Zählerstand

$$Z = \frac{\Delta t}{T} = \tau f \frac{U_c}{U_{ref}} \quad (23.15)$$

Legt man eine negative Meßspannung an, erfolgt zuerst der Meßspannungsdurchgang und dann der Nulldurchgang. Aus dieser Reihenfolge läßt sich also das Vorzeichen der Meßspannung bestimmen. Die Meßdauer ist dieselbe; sie hängt nur vom Betrag der Meßspannung ab. Nach jeder Messung muß man den Zähler wieder auf Null stellen und die Sägezahnspannung auf ihren negativen Anfangswert bringen. Um trotzdem eine stehende Ausgabe zu erhalten, ist es üblich, das alte Zählergebnis zu speichern, bis ein neues zur Verfügung steht.

Wie man in Gl. (23.15) erkennt, geht die Toleranz der Zeitkonstante τ voll in die Meßgenauigkeit ein. Da sie durch ein RC-Glied bestimmt wird, unterliegt sie der Temperatur- und Langzeitdrift des Kondensators. Aus diesem Grund ist eine Genauigkeit unter 0,1 % nur schwer zu erreichen.

Zwei-Rampen-Verfahren (Dual Slope)

Authors/Inventors: TIETZE, U. and SCHENK, Ch.

Title: Halbleiter-Schaltungstechnik

Copyright (or Publication) Date: 1991, pages 784-786

Publisher: Springer-Verlag (Berlin, Germany)

5 Translation paragraph "Zählverfahren" of document XP-002232224

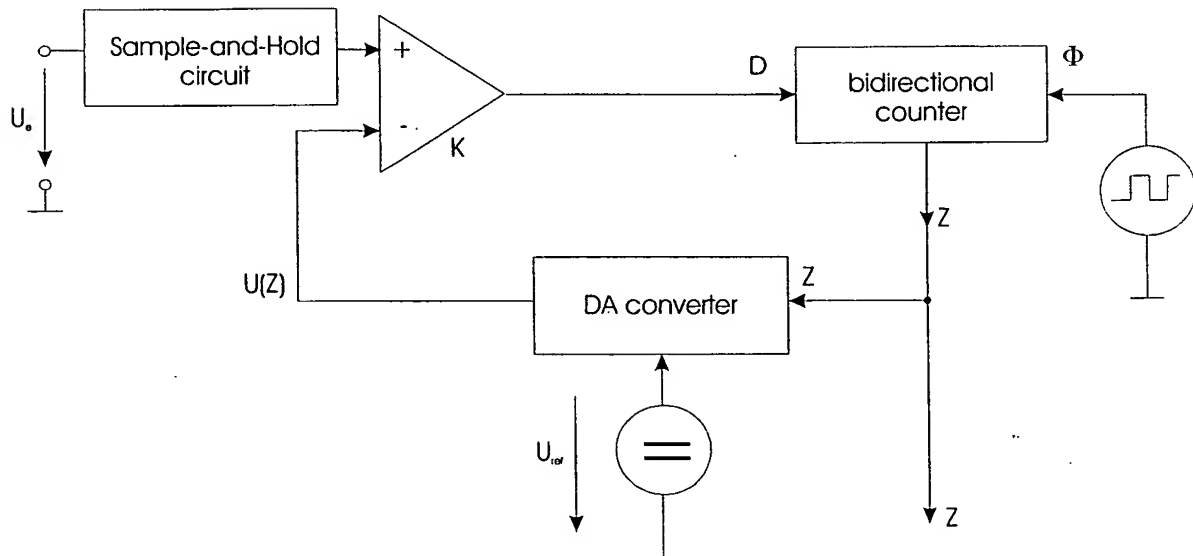


Fig. 23.36

AD converter according to iteration method

23.8.4 Counting Method

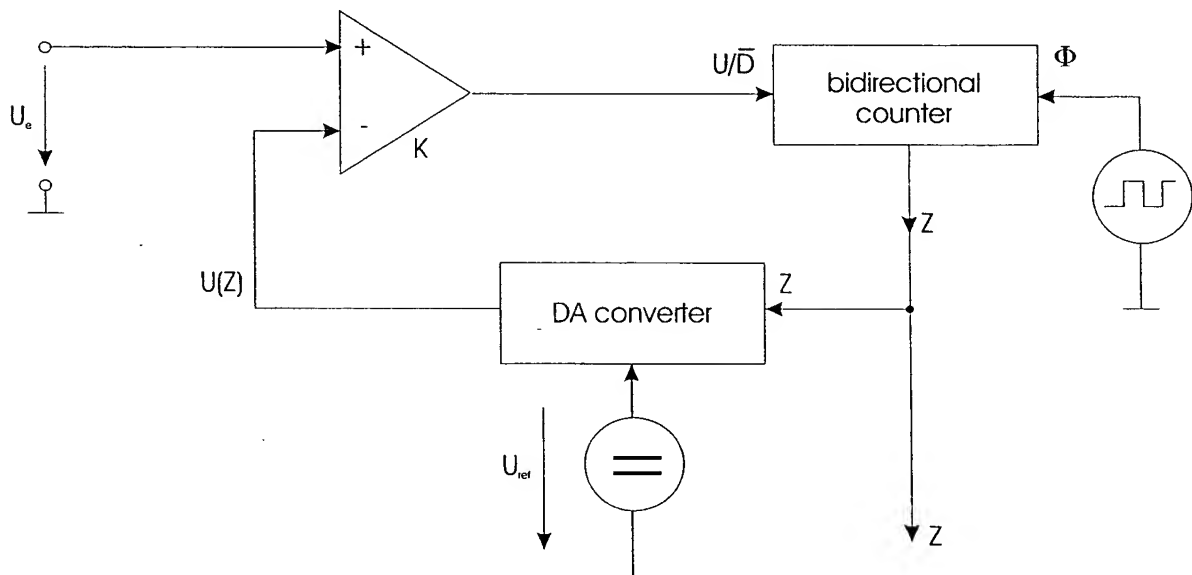
- 10 The AD conversion according to the counting method requires the smallest circuitual erogation. Though the conversion time duration is substantial longer than in the other methods. As a rule, this duration is between 1 milisecond and 1 second. However, this is sufficient at slow changing signals, for instance, occurring in
- 15 temperature measurement. Also in digital voltmeters no higher precision is necessary because the result cannot be read faster anyway. There are different forms of implementation for the counting method, of which the most important ones we will discuss in the following. The dual slope method has the greatest
- 20 importance because it can be accomplished with less effort and the highest precision.

Compensation Method

The compensating AD converter, shown in Fig. 23.43, is closely related to the iteration method in Fig. 23.36. The essential difference is that in this method instead of a bidirectional counter a SA register is employed.

The comparator compares the input voltage U_e with the compensation voltage $U(Z)$. If the difference is positive the comparator causes the bidirectional counter to count upwardly, otherwise downwardly. Hereby, the comparator voltage runs until it reaches the input voltage, and, thereupon, the comparator voltage follows the input voltage in the case of to input voltage changes. Therefore, the circuitry is referred to as tracking ADC.

23.8 Implementation of AD Converters



15

Fig. 23.43

AD converter according to tracking method

$$Z = (Z_{\max} + 1) \frac{U_e}{U_{\text{ref}}}$$

20

A defective appearance of the simple circuitry in Fig. 23.43 consists in the fact that the counter never stops, but it oscillates with about 1 LSB around the input voltage because the clock is never switched off. If this oscillation interferes, the

clock can be blocked when the compensation voltage $U(Z)$ has reached the input voltage U_e until $\pm \frac{1}{2}U_{LSB}$.

5 The cessation of control logic compared with the iteration method is paid with a substantial loss in converter speed because the compensation voltage only changes in steps of U_{LSB} . - However, if the input voltages merely changes slowly, here also a short adaption time can be yield since because of tracking characteristic the approximation occurs continuously and does not begin at 0 as compared with the iteration method.

10 Single Slope Method

The sawtooth type AD converter indicated in Fig. 23.44 does not require a DA converter. The principle of this method is based on first transforming the input voltage into a time proportional thereto. The sawtooth generator in conjunction with the window
15 comparator K_1 serves for this purpose.

The sawtooth voltage is increased from negative to positive values according to:

$$V_s = \frac{U_{ref}}{T} f - V_0.$$

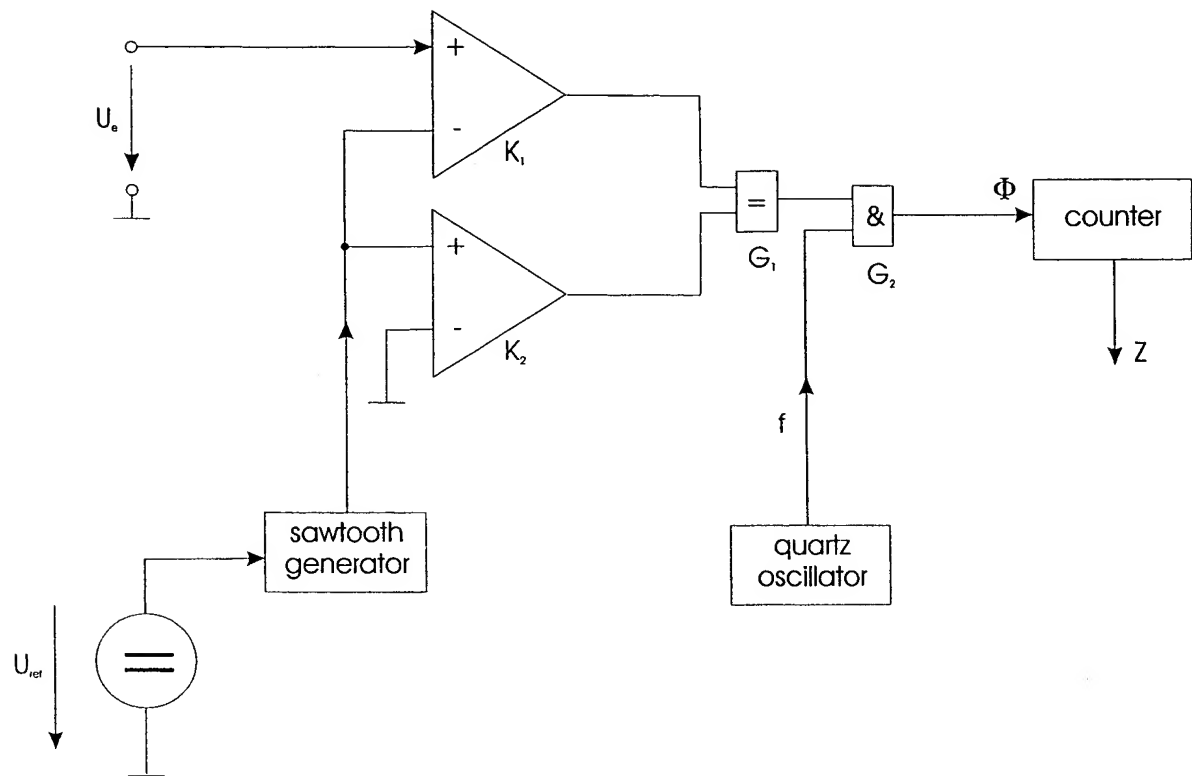


Fig. 23.44

At the output of the equivalence gate G_1 only so long a "1" occurs as long the sawtooth voltage is between the two limits 0 and U_e . The corresponding time value is $\Delta t = \tau U_e / U_{ref}$. This time is measured by counting the oscillations of the quartz oscillator. If the
 5 counter is set to 0 at the begin of measurement the counting value after exceeding the upper comparator threshold results in:

$$Z = \frac{\Delta t}{T} = \tau f \frac{U_e}{U_{ref}}. \quad (23.15)$$

If a negative measuring voltage is applied first a measurement voltage crossing and then a zero crossing occurs. From this order
 10 then the sign of the measurement voltage can be determined. The measurement duration is the same; it only depends on the measurement voltage amount. After each measurement the counter is to be reset to 0, and the sawtooth voltage is to be set to its negative initial value. To get anyway a stable output it is usual
 15 to store the old counting result until a new one is available.

As can be seen from equation (23.15) the tolerance of the time constant influences the measuring precision. Because the time constant is determined by an RC member this constant is subjected to the temperature and long-time drift of the capacitor.
 20 Therefore, a precision of less than 0,1% is heavy to be achieved.

THIS PAGE BLANK (USPTO)